

KONINKRIJK DER



NEDERLANDEN

Bureau voor de Industriële Eigendom



REC'D 24 NOV 2003

WIPO

PCT

Hierbij wordt verklaard, dat in Nederland op 29 oktober 2002 onder nummer 1021771,

ten name van:

STICHTING ASTRON

te Dwingeloo

een aanvraag om octrooi werd ingediend voor:

"Constructie-element, werkwijze en inrichting voor het vervaardigen van een constructie-element, computerprogramma en spiegel",

en dat de hieraan gehechte stukken overeenstemmen met de oorspronkelijk ingediende stukken.

BEST AVAILABLE COPY

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

Rijswijk, 6 november 2003

De Directeur van het Bureau voor de Industriële Eigendom,
voor deze,

Mw. M.M. Enhus

1020771

B. v.d. I.E.

29 OKT. 2002

UITTREKSEL

Constructie-element, omvattende: een eerste zijde met ten minste één eerste opening; een tweede zijde met ten minste één tweede opening; ten minste één eerste ruimte tussen de eerste en tweede zijde die met de eerste opening is verbonden; ten minste één tweede ruimte tussen de eerste en tweede zijde die met de tweede opening is verbonden en ten minste één verbinding tussen de eerste zijde en tweede zijde die de ruimtes ten minste deels begrenst. De eerste zijde, de tweede zijde en de verbinding vormen één integraal geheel.

P60777NL00

Titel: Constructie-element, werkwijze en inrichting voor het vervaardigen van een constructie-element, computerprogramma en spiegel.

ACHTERGROND VAN DE UITVINDING

De uitvinding heeft betrekking op een constructie-element. De uitvinding heeft tevens betrekking op een inrichting en een werkwijze voor het vervaardigen van een constructie-element.

Uit de praktijk zijn constructie-elementen bekend, die vanaf één zijde zijn uitgehold. Bij het uithollen worden dan in het element opstaande wanden overgelaten, waardoor een lichte doch stevige constructie wordt verkregen. De zijde waar vanuit het element wordt uitgehold is daarbij vrijwel geheel open na de bewerking.

Nadelig aan deze bekende constructie-elementen is dat deze niet stijf zijn. In het bijzonder bij buig- en torsiebelastingen zijn de bekende constructie-elementen niet stijf door de vrijwel geheel open zijde. Om dit nadeel te ondervangen is het bekend om na vervaardiging de open zijde af te sluiten, bijvoorbeeld met een vlakke plaat. Dit heeft echter als nadeel dat bij het aldus verkregen gesloten element de bevestiging van de vlakke plaat met de rest van het element een lokale verzwakking vormt.

SAMENVATTING VAN DE UITVINDING

20

Het is een doel van de uitvinding te voorzien in een verbeterd constructie-element, in het bijzonder is het een doel van de uitvinding te voorzien in een constructie-element dat zowel licht als, in het bijzonder bij buig- of torsiebelasting, stijf is.

25

Ten einde het gestelde doel te bereiken voorziet de uitvinding in een constructie-element, omvattende: ten minste één eerste zijde met ten minste één eerste opening; ten minste één tweede zijde met ten minste één tweede

opening; ten minste één eerste ruimte tussen de eerste en tweede zijde die met de eerste opening is verbonden; ten minste één tweede ruimte tussen de eerste en tweede zijde die met de tweede opening is verbonden en ten minste één verbinding tussen de eerste zijde en tweede zijde die de ruimtes
5 ten minste deels begrenst, waarbij de eerste zijde, de tweede zijde en de verbinding één integraal geheel vormen.

Een dergelijk element is licht door de aanwezigheid van de eerste ruimte en de tweede ruimte. Tevens is door de verbinding tussen de eerste en tweede zijde een constructie-element volgens de uitvinding stijf.
10 Bovendien vormen de eerste zijde, de tweede zijde en de verbinding één integraal geheel, waardoor een constructie-element volgens de uitvinding geen lokale verzwakking heeft.

De uitvinding voorziet tevens in een spiegel volgens conclusie 25. In een dergelijke spiegel kan een constructie-element volgens de uitvinding met voordeel worden toegepast omdat in het bijzonder bij spiegels zowel
15 lichte als stijve constructies gewenst zijn, ten einde een optisch zo goed mogelijke spiegel te verkrijgen die gemakkelijk gepositioneerd kan worden.

Tevens voorziet de uitvinding in een werkwijze volgens conclusie 27. Met een dergelijke werkwijze kan een constructie-element volgens de
20 uitvinding vervaardigd worden.

De uitvinding voorziet eveneens in een inrichting volgens conclusie 28. Een dergelijke inrichting is geschikt voor het automatisch vervaardigen van een constructie-element volgens de uitvinding. Ook voorziet de uitvinding in een gegevensdrager voorzien van een computer programma
25 volgens conclusie 30. Met een dergelijk programma kan een inrichting volgens de uitvinding worden aangestuurd.

Specifieke uitvoeringsvormen van de uitvinding zijn neergelegd in de afhankelijke conclusies. Verdere details, aspecten en uitvoeringsvormen van de uitvinding worden hierna besproken aan de hand van de voorbeelden in
30 de figuren weergegeven in de tekening.

KORTE BESCHRIJVING VAN DE FIGUREN

Fig. 1 toont schematisch een voorbeeld van een uitvoeringsvorm van
5 een inrichting voor het vervaardigen van een constructie-element volgens de
uitvinding.

Fig. 2 toont schematisch een stroomschema van een voorbeeld van
een werkwijze voor het vervaardigen van een constructie-element volgens de
uitvinding.

10 Fig. 3 toont schematisch een doorsnede-aanzicht van een deel van een
voorbeeld van een constructie-element volgens de uitvinding in een fase van
de vervaardiging daarvan.

Fig. 4a-c tonen schematisch deels opengewerkt perspectivische
aanzichten van voorbeelden van uitvoeringsvormen van constructie-
15 elementen volgens de uitvinding.

Fig. 5-17 tonen schematisch perspectivische aanzichten van
voorbeelden van uitvoeringsvormen van een constructie-element volgens de
uitvinding.

20 GEDETAILEERDE BESCHRIJVING

In fig. 1 is een voorbeeld van een inrichting volgens de uitvinding
getoond. Het getoonde voorbeeld is een meer-assige bewerkingsinrichting en
meer specifiek een vijf-assige freesinrichting 100. Een vijf-assige
25 freesinrichting is op zichzelf bekend, bijvoorbeeld uit de Amerikaanse
octrooipublicatie 5 669 867. De freesinrichting 100 omvat een frame 106 met
een houder 101 voor een werkstuk 102 en een frees 112. De houder 101 en
frees 112 zijn ten opzichte van elkaar beweegbaar. In het getoonde
voorbeeld kan de houder 101 om een rotatie-as 103 roteren ten opzichte van
30 het frame 106. De frees 112 kan in horizontale en verticale richting bewegen

ten opzichte van het frame 106, zoals met de pijlen 104 en 105 is aangegeven. De rotatie-as 103 staat onder een hoek met het vlak van de houder 101 waarop het werkstuk 102 ligt. De hoek die het werkstuk 102 ten opzichte van de frees 112 maakt kan worden gevarieerd door de houder 101
5 te roteren om de as 103, zoals uit de Amerikaanse octrooipublicatie 5 669 867 bekend is.

De rotatie van de houder 101, de beweging van de frees 112 en de frees 112, worden aangestuurd door aanstuureenheden 108-111, bijvoorbeeld elektromotoren, die communicatief met een centrale
10 besturingsinrichting 107 zijn verbonden. De besturingsinrichting 107 is voorzien van besturingseenheden 1071-1074 om de freesinrichting 101 aan te sturen via de aanstuureenheden 108-111. Elk van de besturingseenheden 1071-1074 in het getoonde voorbeeld is ingericht om van een centrale besturingseenheid 1075 afkomstige instructies om te zetten in
15 aansturingssignalen voor de betreffende eenheid 108-111. De centrale besturingseenheid 1075 stuurt daarbij zodanige instructies dat, door de aanstuureenheden 108-111 en de besturingseenheden 1071-1074 daarvoor, het werkstuk tijdens het bewerken op geschikte wijze gepositioneerd wordt, waardoor de gewenste bewerking wordt uitgevoerd.

20 Met de inrichting zoals de vijf-assige freesinrichting 100 is het mogelijk het gereedschap 112, bijvoorbeeld een frees, door kantelen en roteren in vrijwel elke stand en positie te plaatsen ten opzichte van het werkstuk 102. In de getoonde voorbeelden van een inrichting of werkwijze volgens de uitvinding worden daarbij vanaf twee of meer zijden holtes of
25 ruimtes gemaakt in een werkstuk, bijvoorbeeld door het werkstuk te verspanen en/of slijpen. Daarbij kan het werkstuk dusdanig worden bewerkt tot een constructie-element volgens de uitvinding dat via kleine openingen een relatief groot inwendig volume uit het werkstuk wordt verwijderd zodat relatief grote ruimtes ontstaan in het werkstuk.

De freesinrichting 100 kan een werkwijze volgens de uitvinding met grote precisie uitvoeren. Een werkwijze volgens de uitvinding kan echter ook met andere middelen worden uitgevoerd, zoals bijvoorbeeld handmatig. In fig. 2 is een schematisch een stroomschema getoond van een voorbeeld
5 van een werkwijze volgens de uitvinding. In een eerste stap 200 wordt aan een eerste zijde van het werkstuk een opening aangebracht. In een tweede stap 201 wordt dan vanuit de opening aan de eerste zijde het werkstuk verder uitgehold. In stap 202 wordt aan een tweede zijde van het werkstuk een tweede opening aangebracht en in stap 203 wordt vanaf de tweede
10 opening het werkstuk eveneens uitgehold. In het algemeen ligt de tweede zijde tegenover de eerste zijde, dit is echter niet strikt noodzakelijk. Zoals met de pijlen 204-207 in fig. 2 is aangegeven kan na het verwijderen van materiaal aan een zijde een volgende opening aangebracht worden en daartoe stap 200 of 202 opnieuw worden uitgevoerd of kan aan de andere
15 zijde een opening aangebracht worden. Daarbij is het ook mogelijk om tegelijkertijd aan het werkstuk vanaf beide zijden te bewerken.

De stappen van het met het stroomschema van fig. 2 geïllustreerde voorbeeld van een werkwijze volgens de uitvinding, kunnen ook in een andere volgorde worden uitgevoerd. Bijvoorbeeld is het mogelijk om eerst
20 een eerste opening in een eerste zijde en daarna of gelijktijd een tweede opening in een tweede zijde aan te brengen en vervolgens het werkstuk uit te hollen via de eerste opening en daarna via de tweede opening of eerst via de tweede opening en daarna via de eerste opening of tegelijkertijd vanuit beide openingen.

25 Een werkwijze volgens de uitvinding kan bijvoorbeeld worden toegepast in te verspanen of te slijpen materialen. Bij een werkwijze volgens de uitvinding zijn goede globale toleranties haalbaar, aangezien een werkwijze volgens de uitvinding kan leiden tot een reductie van onderdelen; zo is bijvoorbeeld geen losse afdekplaat meer nodig om een goede stijfheid te
30 verkrijgen. Een reductie van onderdelen leidt daarbij tot een vermindering

van het aantal potentieel relatief onnauwkeurige overgangen tussen onderdelen zodat de globale nauwkeurigheid toeneemt.

5 Bij het bewerken van materialen met hoge inwendige spanningen, kan het verwijderen van materiaal tot vervormingen van het product leiden. Bij een constructie-element volgens de uitvinding, wordt door de verbinding tussen de zijden een dergelijke eventuele vervorming verminderd. Daarnaast kan het constructie-element met een hoge mate van symmetrie worden uitgevoerd, zoals bijvoorbeeld in het voorbeeld van fig. 10 16A-B. Een gunstig effect hiervan is een evenwichtige verwijdering van materiaal van twee kanten. Hierdoor zal de opgetreden vervorming na het bewerken van één kant enigszins gereduceerd worden na het bewerken van de tweede kant. Deze twee effecten gecombineerd leiden tot een verdere vergroting van de globale nauwkeurigheid.

15 Ook is het bijvoorbeeld mogelijk stelmechanismen voor fine tuning achterwege te laten aangezien het geheel nauwkeurig genoeg is door de toegenomen globale nauwkeurigheid. Dit reduceert onder andere het aantal onderdelen, het gewicht en de test- en uitlijntijd.

20 Bovendien biedt een werkwijze volgens de uitvinding een hoge mate van ontwerp-vrijheid, omdat voor een gegeven werkbaar volume een stijver en/of lichter onderdeel vervaardigd kan worden. Dit geeft een verdere vergroting van de vrijheid in het ontwerpen van andere onderdelen die in een of andere vorm een relatie hebben met het constructie-element volgens de uitvinding.

25 Tevens heeft een constructie-element vervaardigd met een werkwijze volgens de uitvinding relatief weinig assemblage onderdelen en een relatief korte assemblagetijd door het geringe aantal componenten en de mogelijkheid om bijvoorbeeld stelmechanismen voor fine tuning achterwege te laten. De locale stijfheid van een constructie-element volgens de 30 uitvinding kan op meerdere wijzen worden verhoogd, zoals door het

veranderen van de inwendige structuur, bijvoorbeeld door extra verstevigingribben in de ruimte of holte aan de binnenkant van de zijde(n) met de opening(en) laten staan. Ook kan daartoe de uitwendige structuur worden aangepast, bijvoorbeeld door een vergroting van de locale dikte.

5 Fig. 3 toont een voorbeeld van een wijze waarop het werkstuk vanaf twee zijden, die in dit voorbeeld tegenover elkaar liggen, uitgehold kan worden en tot een constructie-element volgens de uitvinding gevormd kan worden. Vanaf een eerste opening 4 in een eerste zijde 3 van het werkstuk 1 is met een bewerkingselement 112, in dit voorbeeld een frees, een ruimte 6
10 aangebracht door het werkstuk met een frees of ander gereedschap vanaf de eerste opening 4 uit te hollen. Vanaf een tweede zijde 2 wordt via een tweede opening 5 eveneens het werkstuk 1 uitgehold met een frees 112.

De hoek die de frees 11 maakt met de oppervlakken aan de eerste en tweede zijde 2,3 wordt in het getoonde voorbeeld gevarieerd, waarbij echter
15 de betreffende opening niet significant vergroot wordt. Hierdoor heeft het constructie-element een laag gewicht, terwijl de oppervlakken grotendeels intact blijven. In het voorbeeld wordt daartoe de frees 112 gezwenkt om een zwenkpunt dat in of nabij het oorspronkelijke oppervlak van het werkstuk ter hoogte van de opening 4 resp. 5 ligt. Via een kleine opening kan
20 zodoende een grote hoeveelheid materiaal uit het werkstuk 1 verwijderd worden. De openingen 4 resp. 5 in de oppervlakken 2,3 van de werkstukken vormen een vernauwing van de ruimtes 6. Ook is het gereedschap 112 onder een hoek met het betreffende oppervlak 2,3 gehouden, zodat nabij de oppervlakken 2,3, op de openingen 4,5 na, geen materiaal is verwijderd en
25 de oppervlakken 2,3 dus nagenoeg intact zijn gebleven.

In het voorbeeld in fig. 3 worden in het werkstuk kegelvormige ruimtes aangebracht; de ruimtes 6 worden begrensd door een in hoofdzaak plat grondvlak 61 en het vlak dat wordt gevormd door de beschrijvende 8 van de punten van een in het grondvlak 61 gelegen gesloten kromme die het
30 grondvlak begrenst en een punt buiten het grondvlak. In het getoonde

voorbeeld ligt dit punt nabij de betreffende openingen in de oppervlakken 2,3 van het werkstuk 1. Het platte grondvlak 61 is in het getoonde voorbeeld verkregen door bij het zwenken wordt tevens de mate waarin de frees 112 in het werkstuk steekt te variëren. Zowel het grondvlak als de beschrijvende
5 kunnen elke gewenste vorm en positie hebben. In een constructie-element volgens de uitvinding kunnen de ruimtes ook een andere vorm hebben, zoals bijvoorbeeld bolvormig, kubusvormig of anderszins.

Bij het getoonde constructie-element volgens de uitvinding is verzwakking van het element zoveel mogelijk voorkomen doordat de zijden
10 met de openingen vrijwel geheel intact zijn. Alleen de ingangsoopeningen voor het gereedschap, in fig. 3de openingen 4,5, onderbreken de betreffende oppervlakken.

Een constructie-element volgens de uitvinding kan zeer stijf zijn, in het bijzonder bij buiging of torsie. Afhankelijk van de wanddikte,
15 bodemdikte en de specifieke wijze van toepassing van de uitvinding is uit simulaties gebleken dat een constructie-element volgens de uitvinding ten minste twee keer stijver is dan de bekende elementen met hetzelfde eigen gewicht.

Een constructie-element volgens de uitvinding kan tevens licht van
20 gewicht zijn, onder andere omdat door de intact blijvende verbinding tussen de zijden, relatief dunnere wanden en ribben volstaan. Zo is bijvoorbeeld gebleken dat in aluminium een wanddikte tot 0,3 mm in het algemeen goed haalbaar is bij een constructie-element volgens de uitvinding. Ook is gebleken dat bij een constructie-element volgens de uitvinding light
25 weighting percentages lager dan 5% haalbaar zijn, terwijl bij de bekende traditionele constructie-elementen veelal een percentage van groter dan 20% haalbaar is. Het light weighting percentage geeft daarbij aan hoeveel materiaalvolume het constructie-element heeft in vergelijking met het volume van het gehele constructie-element.

Tevens heeft een constructie-element volgens de uitvinding door de combinatie van hoge stijfheid en laag gewicht een relatief hoge eigenfrequentie, waardoor in gebruik weinig of geen ongewenste vibraties optreden in het constructie-element. Daardoor kan een constructie-element volgens de uitvinding worden gebruikt in toepassingen waarbij veel trillingen voorkomen, zoals bijvoorbeeld in de omgeving van verbrandingsmotoren. Een hogere stijfheid met hetzelfde gewicht leidt bovendien tot minder doorbuiging en een lagere amplitude van eventuele geïnduceerde trillingen tijdens het fabricage proces van een constructie-element volgens de uitvinding zodat de oppervlakken van het constructie-element gladder en nauwkeuriger uitgevoerd kunnen worden.

Een constructie-element volgens de uitvinding wordt uit één enkel onderdeel vervaardigd en vormt derhalve een homogeen of monolithisch geheel. Een constructie-element volgens de uitvinding is daardoor bijzonder geschikt voor toepassingen onder extreme condities zoals cryogene, hoge temperatuur of vacuümtoepassingen, omdat het gehele element op eenzelfde wijze reageert op de extreme condities. Bovendien kan een constructie-element volgens de uitvinding doordat het weinig materiaal bevat een goede warmteoverdracht en een korte afkoel- en/of opwarmcyclus hebben, zodat een dergelijk constructie-element volgens de uitvinding zich snel en eenvoudig aanpast en bijv. spanningen in het materiaal ten gevolge van temperatuursverschillen worden voorkomen.

Een constructie-element volgens de uitvinding kan ook bijvoorbeeld worden toegepast in optische of avionautische toepassingen, zoals bijvoorbeeld in telescopen of spanten voor vlieg- of ruimtevaartuigen. Eveneens kan een constructie-element volgens de uitvinding worden toegepast in de halfgeleiderindustrie. In het bijzonder bij zgn. wafer-steppers is het van belang dat de drager ('stepper') waarop een dunne plak halfgeleidermateriaal ('wafer') ligt, snel en met grote precisie kan worden gepositioneerd. Een constructie-element volgens de uitvinding kan daarbij

met voordeel worden toegepast, waardoor de drager als gevolg van het lage gewicht in korte tijd versneld of afgeremd kan worden en als gevolg van de grote stijfheid nauwkeurig geplaatst kan worden. Soortgelijke voordelen kunnen eveneens worden verkregen in andere toepassingen waarin hoge
5 versnellingen/vertragingen van producten voorkomen, zoals bijvoorbeeld bij mechanieken of robots, bewerkingsmachines, meetmachines, 'pick-and-place' mechanismen zoals componentplaatsingsmachines en 'wire-bonders', als ook voor printers en andere professionele bewegingsmachines.

In een constructie-element volgens de uitvinding kunnen bovendien
10 door de openingen in het constructie-element gemakkelijk kabels en leidingen aangebracht worden, in het bijzonder indien de ruimtes in het element onderling zijn verbonden.

In fig. 3 zijn de ruimtes 6 van elkaar afgescheiden door een verbindingselement 8 dat de oppervlakken 2,3 met elkaar verbindt. Het
15 verbindingselement 8 is in fig. 3 een wand die de beide naburige ruimtes 6 van elkaar scheidt. Het is ook mogelijk dat de ruimtes elkaar in meer of mindere mate overlappen. Overlap kan worden uitgedrukt in een percentage en kan variëren tussen 0 en 100%. Dit kan in twee richtingen; X en Z, zoals aangegeven met de pijlen X,Z in fig. 3. De X-richting ligt daarbij
20 in het denkbeeldige vlak dat op gelijke afstand ligt van de beide oppervlakken van waaruit het werkstuk wordt uitgehold. Dit vlak ligt in fig. 3 evenwijdig aan en op gelijke afstand van de oppervlakken 2,3 waarin zich de openingen 4,5 bevinden. De Z-richting komt overeen met de normaal van dat vlak. De normaal van de X-richting die door het centrum van de
25 betreffende ingangsoopening 4,5 van de ruimtes 6 loopt, is de centrale holte-
as, in fig. 3 aangegeven met de streeplijnen CA1 en CA2.

De overlap in X-richting is gedefinieerd als de verhouding tussen de afstand of hoek tussen de centrale assen van twee naastgelegen holtes, ten opzichte van de denkbeeldige afstand of hoek waarbij de eerste holte en de
30 naastgelegen holte precies elkaar raken. Wanneer de holtes elkaar precies

raken is er 0% overlap, vallen de holtes samen, dan is er sprake van 100% overlap. De mate van overlap in de Z-richting is gedefinieerd als mate waarin de centrale holte-assen van twee naastgelegen holtes geprojecteerd op de X-richting samenvallen. In fig. 3 overlappen de central holte-assen bij projectie op de X-richting elkaar deels, maar niet volledig, en is er dus een
5 overlap in de Z-richting van minder dan 100 %.

In figuren 4A-4C zijn voorbeelden van ruimtes en de verbindingen tussen de oppervlakken 2,3 getoond. In fig. 4A is daarbij een holte in het midden van een constructie-element 1 volgens de uitvinding getoond,
10 terwijl in fig. 4B de holtes nabij de zijkanten van een constructie-element 1 zichtbaar zijn. In fig. 4C is een holte nabij de hoeken van een constructie-element volgens de uitvinding zichtbaar. In fig. 4A is een voorbeeld getoond van een constructie-element, waar de holte tussen de eerste zijde 2 en tweede zijde 3 een piramide met een vierkant grondvlak 61 vormt, zoals met
15 een streeplijn is aangegeven. De top van de piramide ontbreekt omdat deze gevormd wordt door de ingangsopening 4 voor het gereedschap. Strikt gesproken heeft de door de piramide begrensde ruimte daarom de vorm van een afgeknotte piramide of van een afgeknotte kegel met een rechthoekig grondvlak. De piramidevormige holte staat in verbinding met andere holtes
20 in het constructie-element, welke holtes in fig. 4A niet zijn getoond. De piramidevormige holte wordt begrensd door verbindingen 81-84 tussen de eerste zijde 2 en de tweede zijde 3. De verbindingen vormen daarbij de ribben van de piramide. In het voorbeeld van fig. 4B liggen de verbindingen 81-87 die piramidevormige holtes begrenzen aan de rand van het
25 constructie-element 1. De verbindingen 81-84 vormen daarbij de ribben van een piramide met een grondvlak dat een niet-vierkante rechthoek vormt. De verbinding 85-87 vormen de ribben van een piramide met een driehoekig grondvlak. In fig. 4C vormen verbindingen 82 en 87 een ribbe van het constructie-element en vormen verbindingen 81-84 resp. 85-87 piramides
30 die een hoek van het constructie-element vormen.

In fig. 4A-4C vormen de verbindingen 81-84 de ribben van een piramide, maar de verbindingen tussen de eerste zijde en de tweede zijde kunnen ook anderszins zijn uitgevoerd en bijvoorbeeld de vlakken van de piramide vormen en onderling zijn verbonden, zodat de door de piramide
5 begrenste ruimte van andere ruimten in het constructie-element is afgescheiden en de ruimtes dus 0% overlap in de X-richting hebben.

Globaal gezien kunnen alle ruimtes of holtes in een constructie-element volgens de uitvinding worden beschreven als varianten van een piramide of een andere kegelvorm. Varianten kunnen bijvoorbeeld gemaakt
10 worden door het wijzigen van het van het grondoppervlak, bijvoorbeeld door het grondvlak niet vlak maar gekromd uit te voeren. Tevens kan de vorm van de randen van het grondoppervlak bijvoorbeeld recht of gekromd of een combinatie daarvan zijn. Ook kunnen de beschrijvenden en daardoor het inwendige van de piramide op elke geschikte wijze zijn uitgevoerd,
15 bijvoorbeeld kunnen beschrijvenden gekromd zijn zodat de wanden van de piramide of de kegel, concaaf of convex of een combinatie daarvan zijn. De ruimtes in een constructie-element volgens de uitvinding kunnen met meerdere gereedschappen worden vervaardigd. Bijvoorbeeld kan één holte met meerdere, verschillende, gereedschappen gemaakt worden en dus
20 meerdere soorten afrondingen hebben.

In fig. 5-15 zijn voorbeelden getoond van vormen van constructie-elementen volgens de uitvinding. Vanzelfsprekend is de uitvinding niet tot de getoonde vormen beperkt. In fig. 5, 6 en 7 is een constructie-element getoond waar een van de vlakken, in deze figuren de tweede zijde 2 gekromd
25 is uitgevoerd. In fig. 5 is de tweede zijde enkelvoudig bol gekromd, terwijl in fig. 6 de tweede zijde hol gekromd is. In fig. 7 is de zijde 2 meervoudig gekromd.

Fig. 8A toont een perspectivische aanzicht van een stripvormig constructie-element volgens de uitvinding. Fig. 8B toont een opengewerkt
30 aanzicht van het stripvormige constructie-element. Het bijzondere aan de

ruimten in het stripvormige constructie-element is dat het grondoppervlak van de pyramide of kegelvormige ruimten een rechthoek is waarvan de breedte gelijk is aan de breedte van de ingangsoening. Overlap van holtes is mogelijk, zelfs zover dat de interne ribben verdwijnen. Indien de breedte van het grondoppervlak van de holte in een strip groter is dan de gereedschapsdiameter en de breedte van de ingangsoening minimaal blijft, dan zal inwendige structuur meer gaan lijken op die van een balk. De strip is eigenlijk een bijzondere variant van een balk. Zoals in fig. 9A en 9B is getoond kunnen de zijvlakken 9,10 van de strip gekromd en zonder uiteinde zijn, waardoor het constructie-element bijvoorbeeld conusvormig of trechtervormig kan zijn.

Fig. 10 is een voorbeeld van een constructie-element volgens de uitvinding getoond met een samengestelde piramide vorm. Het element in fig. 10 is gevormd door twee piramidevormige uitsparingen met 100% overlap in X-richting en meer dan 0% overlap in Z-richting. Daarbij is eerst vanaf twee tegenovergestelde zijden een piramide-vormige ruimte in een werkstuk aangebracht via de openingen 4 en 5, waarna aan de buitenzijde van de uitsparing verder materiaal is verwijderd, zodat slechts de verbindingen 8, in het voorbeeld de schuine wanden van de piramides, zijn overgebleven.

In fig. 10 is de Z-overlap kleiner dan 100% en vallen de grondvlakken 13, 14 van de piramides niet samen met de wanden waarin de openingen 4, 5 zijn aangebracht. Vanzelfsprekend kan de overlap ook 100% zijn, zodat de grondvlakken 13, 14 samenvallen met de zijden waarin de openingen 4, 5 liggen. Ook kan de Z-overlap 0% zijn, zodat de grondvlakken 13, 14 samenvallen en een tussenwand vormen.

Bij het in fig. 10 getoonde constructie-element volgens de uitvinding kunnen, net als bij de andere voorbeelden, de vormen van de ruimtes in het element worden gevarieerd. Bijvoorbeeld kunnen de ruimtes een zeshoekig grondvlak met daarvan opstaande, ten minste deels verticale wanden

hebben en zowel in X als Z richting 100% overlap hebben, zodat een honingraatvormig constructie-element wordt verkregen, zoals bijvoorbeeld in fig. 13 is getoond. Tevens kan uit de vlakken van de piramide deels materiaal zijn verwijderd, zodat bijvoorbeeld slechts ribben van de piramide aanwezig zijn, zoals in het voorbeeld van fig. 15.

Het is eveneens mogelijk om het constructie-element bolvormig uit te voeren. Een bol kan worden opgevat als een bijzondere variant op de meervoudige piramide. Daarbij kan een bolvormig constructie-element worden vervaardigd door twee piramideholtes uit te hollen, waarbij de piramides een cirkelvormig grondoppervlak en concave binnenwand hebben en tegenover elkaar liggen. Als de overlap in de X-richting 100% is en de overlap in de Z-richting minimaal 0% is, blijft er effectief geen bodemoppervlak over en wordt een bolvormige ruimte verkregen. De bol kan ook daarbij voorzien worden van meer openingen in het oppervlak zodat, gebruik makend van hetzelfde gereedschap, de diameter van de bol vergroot kan worden.

Fig. 11 toont een kokervormig voorbeeld van een constructie-element volgens de uitvinding. De koker kan opgevat worden als een samenstelling van meerdere stripvormige elementen, zoals bijvoorbeeld in fign. 8A en 8B getoond. De koker kan in doorsnede ook nog variëren (cirkel, veelhoek enz.) en over de lengte bijvoorbeeld taps toelopen. In één wand van de koker hebben de holtes geen overlap in de X-richting maar tussen twee aangrenzende wanden onderling vindt er doorsnijding plaats tussen holtes. Door combinatie van de koker en de methode van uithollen zoals toegepast in een bol, kan ook een buisvormig element, dat wil zeggen een element dat in doorsnede rond is, worden verkregen.

In fign. 12A en 12B is een schijfvormig element getoond. Het schijfvormige element 1 heeft een voorwand 10 en achterwand 2. In het getoonde voorbeeld zijn de voor- en achterwand 2, 10 in dezelfde richting meerzijdig gekromd, dat wil zeggen de concave zijde van de achterwand 2 is

in fig. 12A en 12B naar de convexe zijde van de voorwand 10 toe gericht. Het is ook mogelijk om een schijfvormig element zo uit te voeren dat bijvoorbeeld de bolle zijden van beide wanden naar elkaar zijn toe gericht of van elkaar afgekeerd. In dat laatste geval kan het schijfvormig element
5 bijvoorbeeld discusvormig zijn. Een dergelijk element kan worden vervaardigd door een combinatie van een bolvormig element en een element met gebogen stripvorm, zoals bijvoorbeeld het constructie-element in fig. 9A-9B. Via openingen 4 aan de rand van de schijf, zijn in het schijfvormige element in fig. 12A-B radiale ruimtes aangebracht die van elkaar zijn
10 gescheiden door ribben 8. De ribben 8 van het schijfvormige element zijn te beschouwen als meerdere I-profielen, die zich in radiale richting vanaf de opening 5 in de achterwand 2 uitstrekken naar de rand van de schijf. De ribben kunnen echter ook een andere vorm hebben en bijvoorbeeld zich vanuit het midden van de schijf naar de randen in een spiraalvorm
15 uitstrekken. De globale richting is radiaal maar de ribben hoeven niet perse recht te zijn. Het schijfvormige element is tevens via de opening 5 in de achterwand 2 uitgehold. In het getoonde voorbeeld, is het element via een enkele opening 5 uitgehold, maar het is ook mogelijk om het via meerdere openingen in de achterwand het element uit te hollen. De ruimtes tussen de
20 ribben 8 hebben een doorgang 12 naar de opening 5 waar de ruimtes samen komen.

Het schijfvormige element kan voor optische toepassingen worden gebruikt, bijvoorbeeld als zeer stijve en lichte spiegel. Bij de bekende spiegelconstructies worden een spiegel in optisch-mechanische ontwerpen
25 bevestigd op een basisplaat. Onder meer is een nadeel daarvan extra warmteweerstand ontstaat door het beperkte contactoppervlak tussen beide onderdelen, in het bijzonder bij cryogeen toepassingen. Met een constructie-element volgens de uitvinding is het mogelijk om de functies van de spiegel en basisplaat te verenigen door het element van een spiegellend of
30 reflecterend vlak te voorzien, bijvoorbeeld kan in het voorbeeld van fig.

12A-B het vlak 10 of het vlak 2 spiegelen uitgevoerd worden door bijvoorbeeld deze te polijsten. Met een vereniging van beide functies wordt de warmteweerstand ten minste deels gereduceerd. Ook neemt hiermee de optische nauwkeurigheid van de spiegel toe. Het spiegeloppervlak kan
5 daarbij concaaf, convex of vlak zijn. Ook de van openingen voorziene zijden kunnen zijn voorzien van een spiegelen oppervlak.

Het mogelijk om het schijfvormige element van een opstaande rand (rib) te voorzien, zoals in het voorbeeld van fig. 17 met 15 is aangegeven. Door de opstaande rand 15 wordt de stijfheid van het de holle zijde 10 van
10 het schijfvormige element vergroot, hetgeen in het bijzonder bij toepassing van als spiegel geschikt is, aangezien daardoor optische afwijkingen in de spiegel worden verminderd.

Zoals hiervoor beschreven, kunnen de holtes of ruimtes in een constructie-element volgens de uitvinding elke gewenste vorm hebben.
15 Bijvoorbeeld kunnen de ruimtes honingraatvormig worden uitgevoerd, zoals in fig. 13 is getoond, door vanaf de eerste zijde en de tweede zijde ruimtes met een zeskantig grondvlak en ten minste deels verticale wanden aan te brengen, waarbij de ruimtes een 100% X-overlap en meer dan 0% Z-overlap hebben. Ook kan tussen de eerste zijde 2 en tweede zijde 3 één doorlopende
20 ruimte worden gevormd waarin zich verbindingsbalken uitstrekken die ribben van piramides vormen, zoals in fig. 15. In fig. 15 zijn daarbij vanuit de openingen 4, 5 piramides met een rechthoekig grondvlak uitgehold met een X-overlap van iets meer dan 0%, zoals minder dan 5% en een Z-overlap van ~~onder de 0%~~ bijna 100%.

25 Voor bijvoorbeeld de bevestiging van andere structuren aan een constructie-element volgens de uitvinding kan de lokale stijfheid vergroot worden. Een hogere lokale stijfheid kan bijvoorbeeld worden verkregen door het grondoppervlak van de holtes te verkleinen en daarmee een groter aantal holtes te ~~vergroten~~ verkrijgen. Eveneens kunnen alle of lokale
30 interne wanden/ribben verdikt worden uitgevoerd door het vergroten van de

onderlinge afstand in X- en Z-richting tussen de holtes. Tevens kunnen extra interne en/of externe ribben worden toegevoegd of één van de vlakken van het element lokaal of geheel verdikt worden uitgevoerd. Ook kan de vorm van de vlakken van het element worden gevarieerd, zoals bijvoorbeeld

5 concaaf of convex.

Ook kunnen, zoals in fig. 14 is getoond, interne schotten 801 worden toegevoegd, die zijn uitgevoerd als achtergebleven materiaal van het werkstuk. De schotten zorgen voor een lokale toename van sterkte en stijfheid. Tevens kan door de schotten de globale sterkte en stijfheid van het

10 constructie-element volgens de uitvinding worden vergroot. Hierdoor is het mogelijk, zoals in het voorbeeld van fig. 14, een belasting op bijvoorbeeld de punten A-C te transformeren over vier andere punten. In het voorbeeld van fig. 14 zitten de schotten 801 intern in het werkstuk en lopen van de drie bevestigingspunten A-C op de bovenkant naar, niet getoonde,

15 bevestigingspunten op de hoeken van het constructie-element 1, waarvan in fig. 14 drie hoeken D-F zijn getoond. In het in fig. 14 getoonde voorbeeld kan dan bijvoorbeeld het gewicht van een product dat op de bevestigingspunten A-C is bevestigd door de schotten 801 worden getransformeerd naar de vier hoekpunten van het element, zodat lokaal, op de kruispunten van de

20 schotten, de stijfheid verhoogd is zonder veel massa toe te ~~voegen~~.
voegen, waarbij de globale stijfheid ook nog toeneemt..

De wanden en eventuele schotten van een constructie-element volgens de uitvinding kunnen in meer of mindere mate voorzien worden van openingen. De zijwanden kunnen daarbij, naast vlak, ook enkel- en/of

25 meervoudig gekromd zijn. Tevens kunnen de zijwanden lokaal in dikte verschillen, bijvoorbeeld doordat materiaal intern en/of extern toegevoegd of verwijderd is. Tevens kunnen de ruimtes in een constructie-element volgens de uitvinding gevuld worden met bijvoorbeeld een isolatiemateriaal of een gas. Indien de ruimtes onderling zijn verbonden kunnen deze ook als kanaal

voor bijvoorbeeld koelmiddel dienen. In dat laatste geval dienen
vanzelfsprekend de openingen afgedicht te zijn.

In fig. 16A-B wordt een voorbeeld van een constructie-element
volgens de uitvinding getoond waarbij in de eerste resp. tweede zijde 2,3
5 nabij de opening 4,5 een groef 16 is aangebracht, die zich in dit voorbeeld
om de betreffende opening uitstrekt. Door de groef wordt aan de betreffende
zijde meer ruimte voor het bewerkingselement verkregen, zodat dit onder
een schuinere hoek in de opening 4,5 gebracht kan worden. Tevens wordt
door de groef de lokale stijfheid het oppervlak van de betreffende zijde
10 vergroot, hetgeen bijvoorbeeld bij bevestiging van andere onderdelen aan
het constructie-element van nut kan zijn. Daarbij is het getoonde voorbeeld
in het bijzonder geschikt voor toepassing bij isostatische ophangingen.

In het voorbeeld van een constructie-element volgens de uitvinding is
van fig. 16B omvat meerdere eenheden zoals in fig. 16A getoond. De in fig.
15 16A getoonde eenheid heeft drie ribben 8 die de eerste en tweede zijde 2,3
met elkaar verbinden. Het aantal ribben kan variëren: van 0 tot oneindig,
d.w.z een honingraatvormige verbinding. In de praktijk zal het aantal veelal
tussen de drie en zes liggen. De X-overlap van de ruimte die via de eerste
opening is vervaardigd en de ruimte die via de tweede opening is
20 vervaardigd is in het getoonde voorbeeld 100% en de Z-overlap is bijna
100%.

Opgemerkt wordt dat de uitvinding niet beperkt is tot de boven
beschreven voorbeelden. Na lezing van het voorgaande zullen voor de
vakman verschillende varianten voor de hand liggen. Bijvoorbeeld is het
25 mogelijk om de eerste en of de tweede opening aan een rand of hoek van het
constructie-element aan te brengen.

Eveneens wordt opgemerkt dat het begrip 'omvattend' niet uitsluit
dat naast de genoemde elementen andere elementen aanwezig zijn.

CONCLUSIES

1. Constructie-element, omvattende:
ten minste één eerste zijde met ten minste één eerste opening;
ten minste één tweede zijde met ten minste één tweede opening;
ten minste één eerste ruimte tussen de eerste en tweede zijde die met de
5 eerste opening is verbonden;
ten minste één tweede ruimte tussen de eerste en tweede zijde die met de
tweede opening is verbonden en
ten minste één verbinding tussen de eerste zijde en tweede zijde die de
ruimtes ten minste deels begrenst,
10 waarbij de eerste zijde, de tweede zijde en de verbinding één integraal
geheel vormen.
2. Constructie-element volgens conclusie 1, waarin ten minste één van
de ruimtes naar de opening die ermee is verbonden toe versmalt.
- 15 3. Constructie-element volgens conclusie 1 of 2, waarin ten minste één
der ruimtes kegelvormig of piramidevormig is.
4. Constructie-element volgens conclusies 1 of 2, omvattende:
20 ten minste twee balkvormige verbindingen tussen de eerste en tweede zijde,
die de ruimtes ten minste deels begrenzen.
5. Constructie-element volgens conclusie 4, waarin de balkvormige
verbindingen beschrijvenden van een kegel of ribben van een piramide
25 vormen.
6. Constructie-element volgens conclusie 3 of 4, waarin de balkvormige
verbindingen tevens ribben van het constructie-element vormen.

7. Constructie-element volgens één der voorgaande conclusies, waarin de eerste ruimte en de tweede ruimte elkaar ten minste deels overlappen.
- 5 8. Constructie-element volgens één der voorgaande conclusies, waarin minder dan 10% van het oppervlak van de eerste zijde door openingen wordt gevormd.
9. Constructie-element volgens één der voorgaande conclusies, waarin
10 minder dan 10% van het oppervlak van de tweede zijde door openingen wordt gevormd.
10. Constructie-element volgens één der voorgaande conclusies, waarin de ruimtes ten minste 50% van een tussen de eerste zijde en tweede zijde
15 gelegen volume van het constructie-element omvatten.
11. Constructie-element volgens één der voorgaande conclusies, waarin de ruimtes ten minste 90% van een tussen de eerste zijde en tweede zijde gelegen volume van het constructie-element omvatten.
- 20 12. Constructie-element volgens één der voorgaande conclusies, waarin de eerste zijde en de tweede zijde op afstand van elkaar liggen.
13. Constructie-element volgens één der voorgaande conclusies, waarin
25 de eerste zijde niet evenwijdig aan de tweede zijde is.
14. Constructie-element volgens één der conclusies 1-12, waarin de eerste zijde en de tweede zijde in hoofdzaak evenwijdig zijn.

15. Constructie-element volgens één der voorgaande conclusies, verder
omvattend:

ten minste één zijvlak tussen de eerste en de tweede zijde

5 16. Constructie-element volgens één der voorgaande conclusies, waarin
ten minste één der zijvlakken of zijden ten minste deels gekromd is.

17. Constructie-element volgens conclusie 15, waarin ten minste één der
zijvlakken of zijden enkelvoudig gekromd is.

10

18. Constructie-element volgens conclusie 15, waarin ten minste één der
zijvlakken of zijden meervoudig gekromd is.

15 19. Constructie-element volgens conclusie 15 en één of meer der
conclusies 1-17, waarin de oppervlak van ten minste een van de eerste en
tweede zijde ringvormig is en tussen de zijden een eerste zijvlak en een
tweede zijvlak aanwezig zijn.

20 20. Constructie-element volgens conclusie 19, waarin de diameter van de
ringvormige eerste zijde groter is dan de diameter van de ringvormige
tweede zijde.

25 21. Constructie-element volgens conclusie 15 en een of meer der
conclusies 1-20, waarin het eerste zijvlak en het tweede zijvlak een groter
oppervlak hebben dan de eerste zijde of de tweede zijde.

22. Constructie-element volgens één der voorgaande conclusies, waarin
ten minste één der zijvlakken schijfvormig is.

23. Constructie-element volgens één der voorgaande conclusies, met een bolvormig elementoppervlak dat de eerste zijde en tweede zijde omvat.

24. Constructie-element volgens één der voorgaande conclusies, dat ten
5 minste deels van aluminium is.

25. Spiegel, omvattende een constructie-element volgens één der voorgaande conclusies, waarvan ten minste één zijde of vlak ten minste deels een reflecterend oppervlak is.

10

26. Spiegel volgens conclusie 25, waarin het constructie-element een constructie-element volgens conclusie 21 is en één der schijfvormige zijvlakken een reflecterend oppervlak omvat.

15

27. Werkwijze voor het vervaardigen van een constructie-element volgens één der conclusies 1-26 uit een werkstuk met ten minste een eerste zijde en ten minste een tweede zijde, de werkwijze omvattend:

20

- het aanbrengen van een eerste opening in de eerste zijde;
- het ten minste deels verwijderen van tussen de eerste en tweede zijde gelegen materiaal via de eerste opening, waardoor een eerste holle
ruimte in het werkstuk wordt verkregen;

25

- het aanbrengen van een tweede opening in de tweede zijde en
- het ten minste deels verwijderen van tussen de eerste en tweede zijde gelegen materiaal via de tweede opening, waardoor een tweede holle
ruimte in het werkstuk wordt verkregen,
- waarbij het verwijderen van materiaal zodanig wordt uitgevoerd dat tussen de eerste zijde en tweede zijde ten minste één verbindingselement ontstaat dat de ruimtes ten minste deels begrenst.

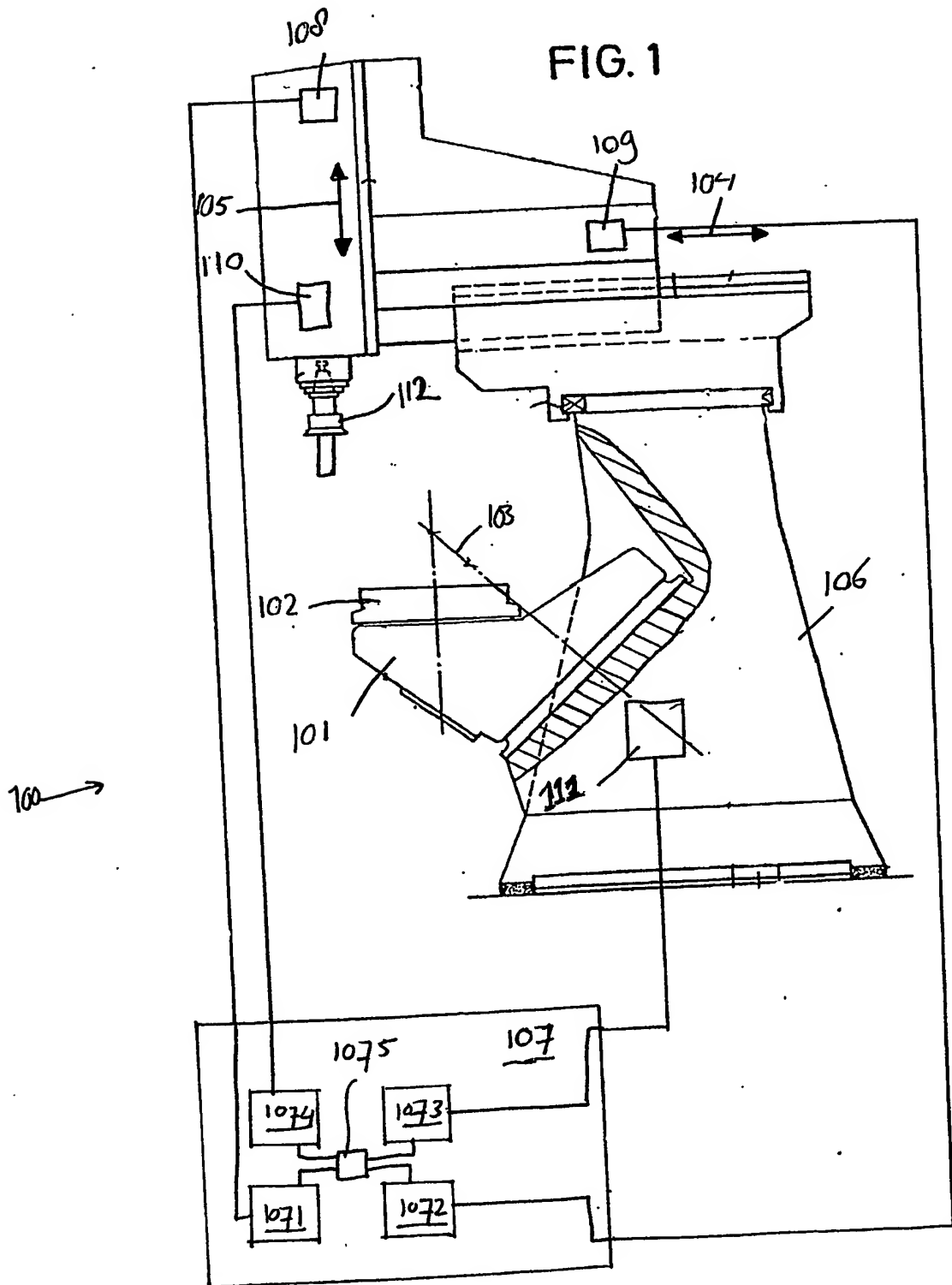
28. Inrichting voor het vervaardigen van een constructie-element volgens één of meer der conclusies 1-26, omvattende:
- ten minste een bewerkingselement; en
 - ten minste een houder voor ten minste een werkstuk en
 - 5 ten minste een besturingsinrichting voor het aansturen van het ten minste bewerkingselement en de ten minste houder, waarbij de ten minste besturingsinrichting ten minste eenheden omvat voor:
 - het aanbrengen van ten minste een eerste opening in een eerste zijde;
 - het ten minste deels verwijderen van tussen de eerste en een tweede zijde
 - 10 gelegen materiaal met het ten minste ene bewerkingselement via de ten minste ene eerste opening, waardoor ten minste een eerste holle ruimte wordt verkregen;
 - het aanbrengen van ten minste een tweede opening in een tweede zijde en
 - het ten minste deels verwijderen van tussen het eerste en tweede zijde
 - 15 gelegen materiaal met het ten minste ene bewerkingselement via de ten minste tweede opening, waardoor ten minste een tweede holle ruimte wordt verkregen.

29. Inrichting volgens conclusie 28, waarin ten minste een van de ten
- 20 minste ene bewerkingselementen een meerassige freesinrichting omvat.

30. Gegevensdrager voorzien van gegevens die een in een programmeerbare inrichting laadbaar programma weergeven, welk programma programmacode omvat voor het met een inrichting volgens
- 25 conclusie 28 of 29 uitvoeren van één of meer stappen van een werkwijze volgens conclusie 27.

1/8 g

FIG. 1



218g

Fig. 2

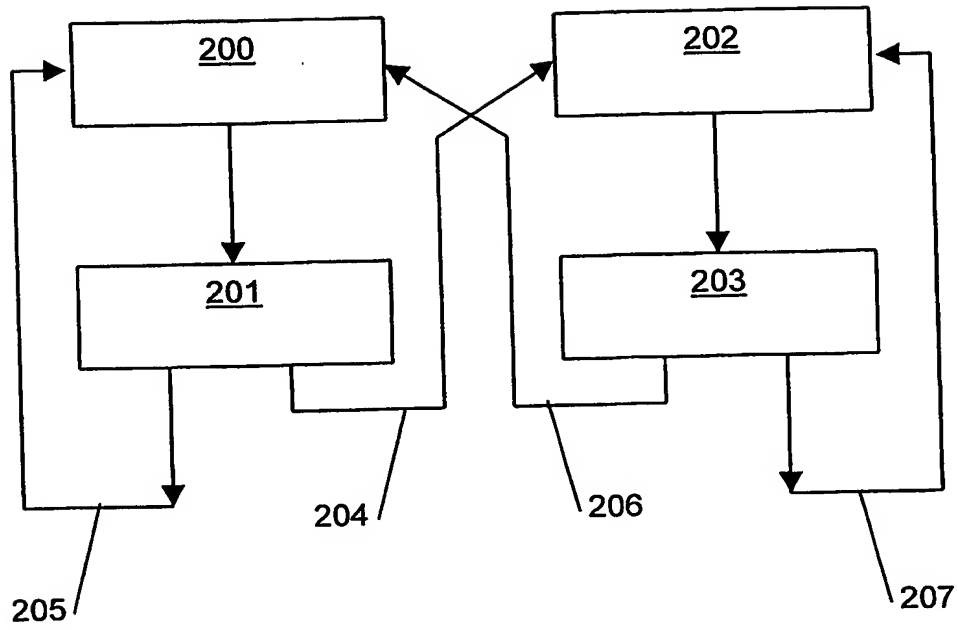


Fig. 3

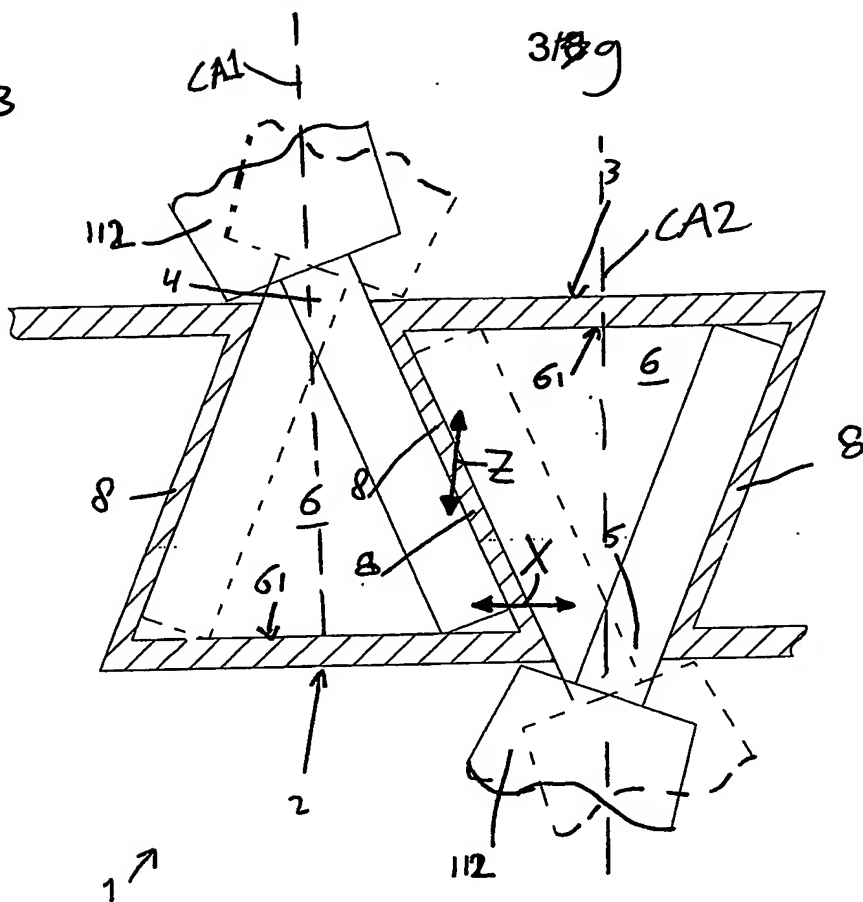
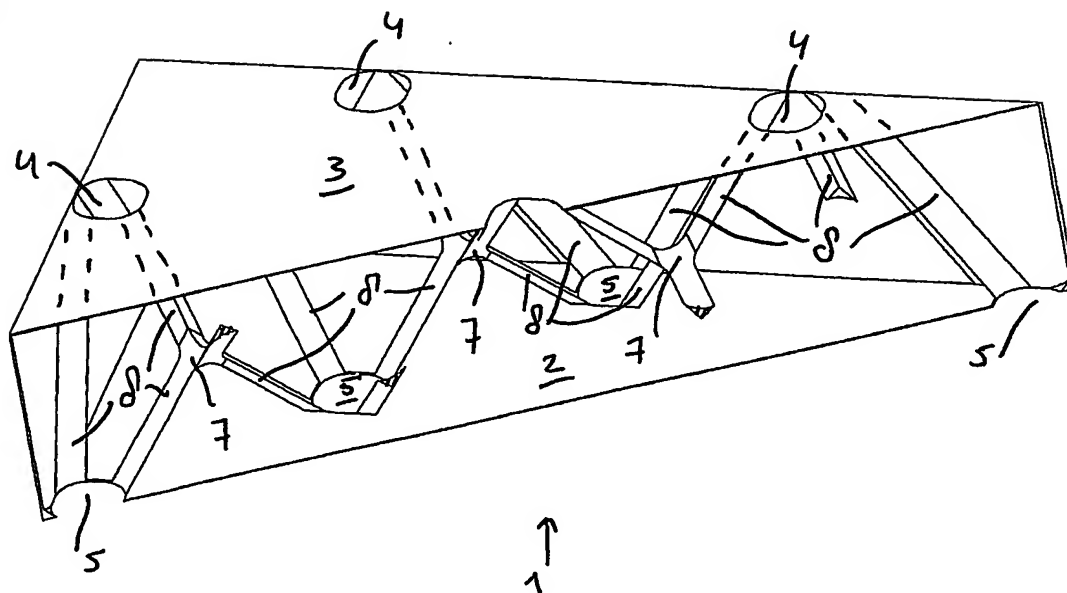


Fig. 15



4/9

Fig. 4A

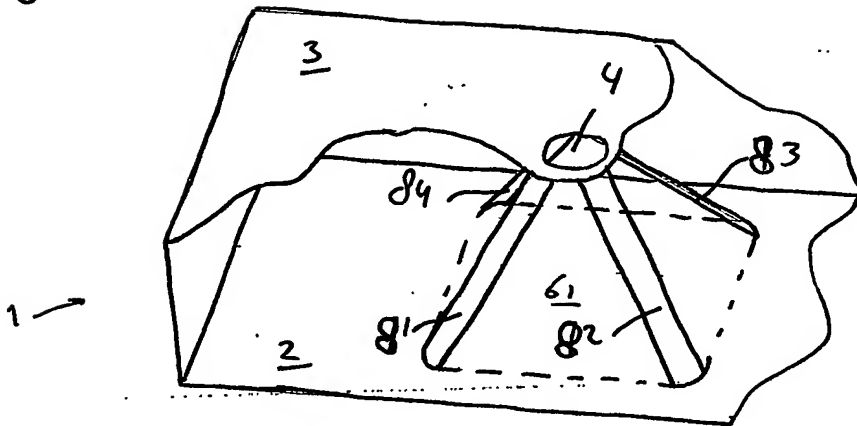


Fig. 4B

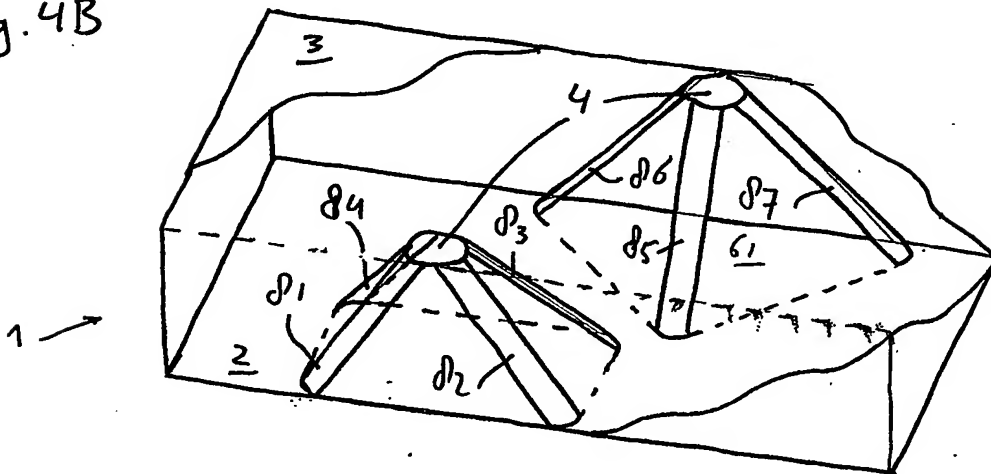


Fig. 4C

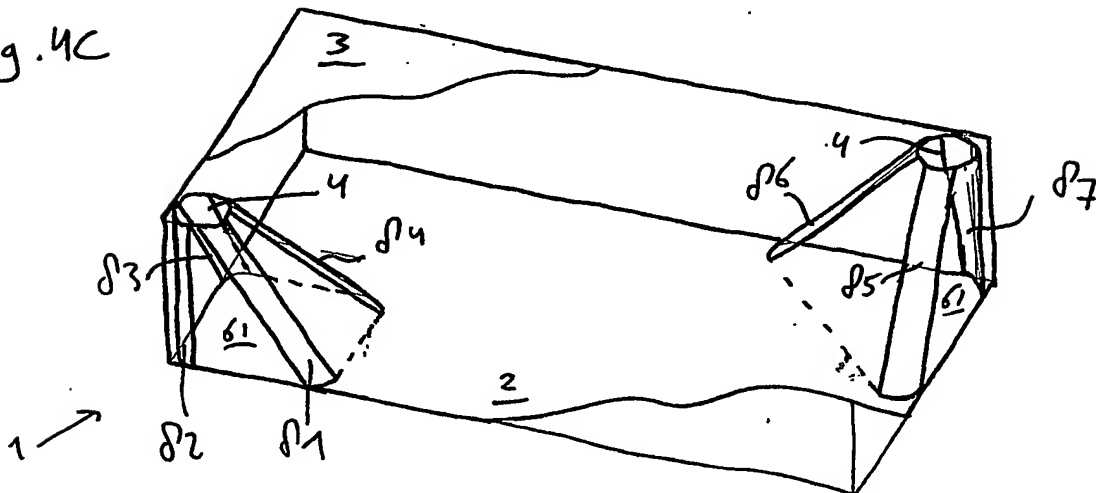
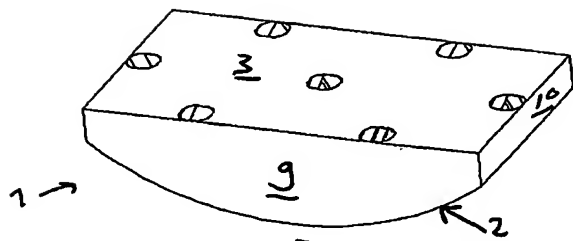


Fig. 5



5/89 Fig. 6

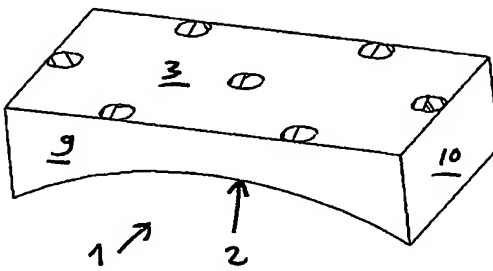


Fig. 7

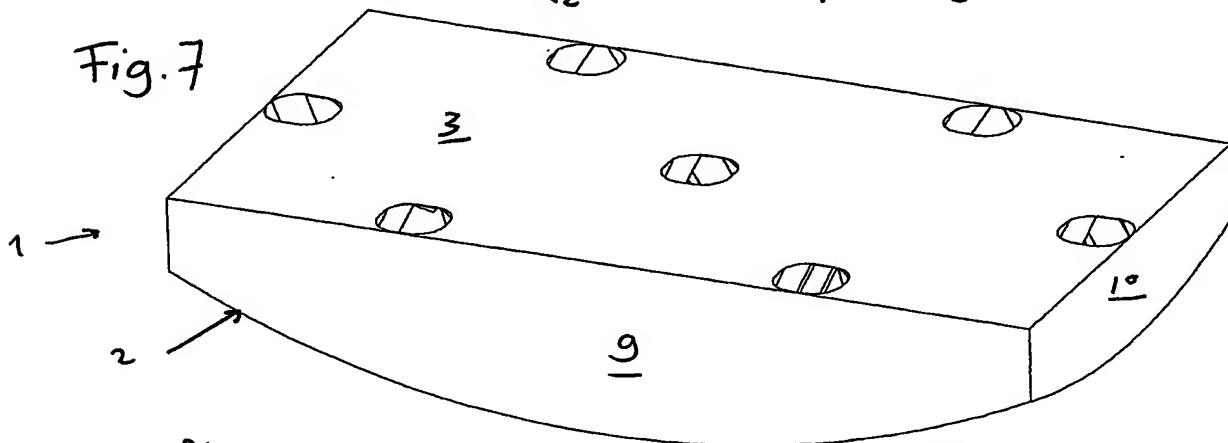


Fig. 8A

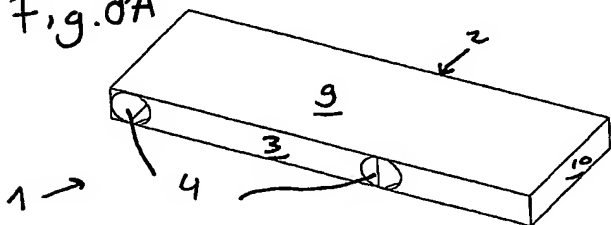


Fig. 8B

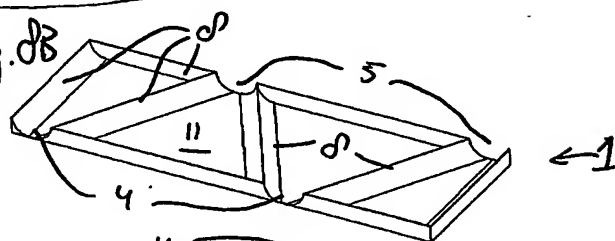


Fig. 9A

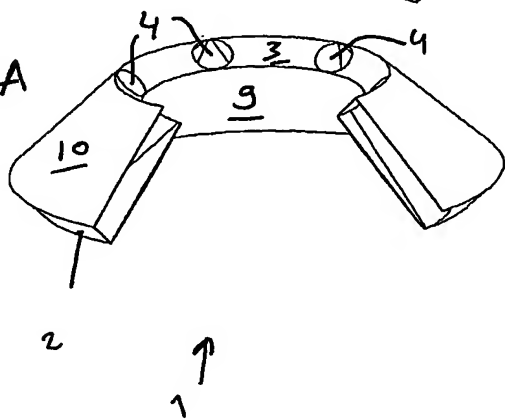


Fig. 9B

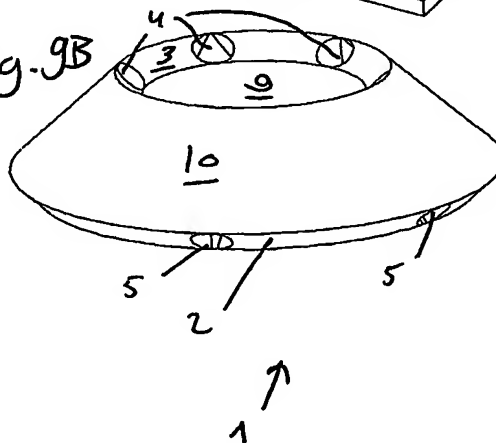


Fig. 16

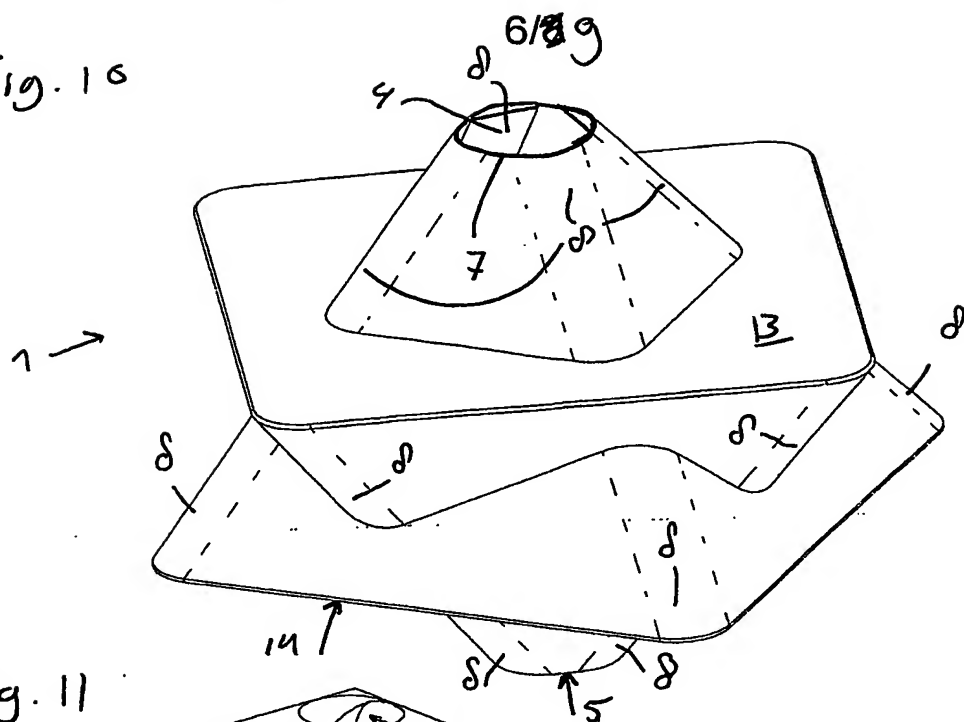
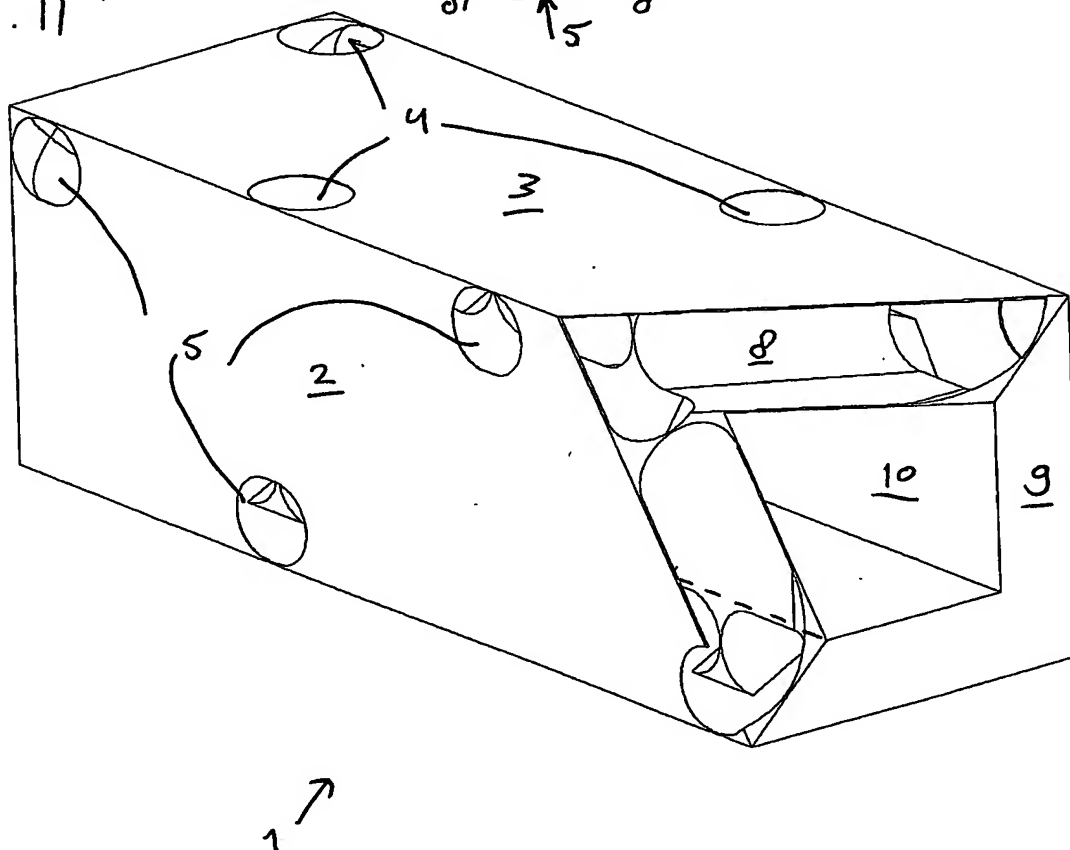


Fig. 11



7189

Fig. 12A

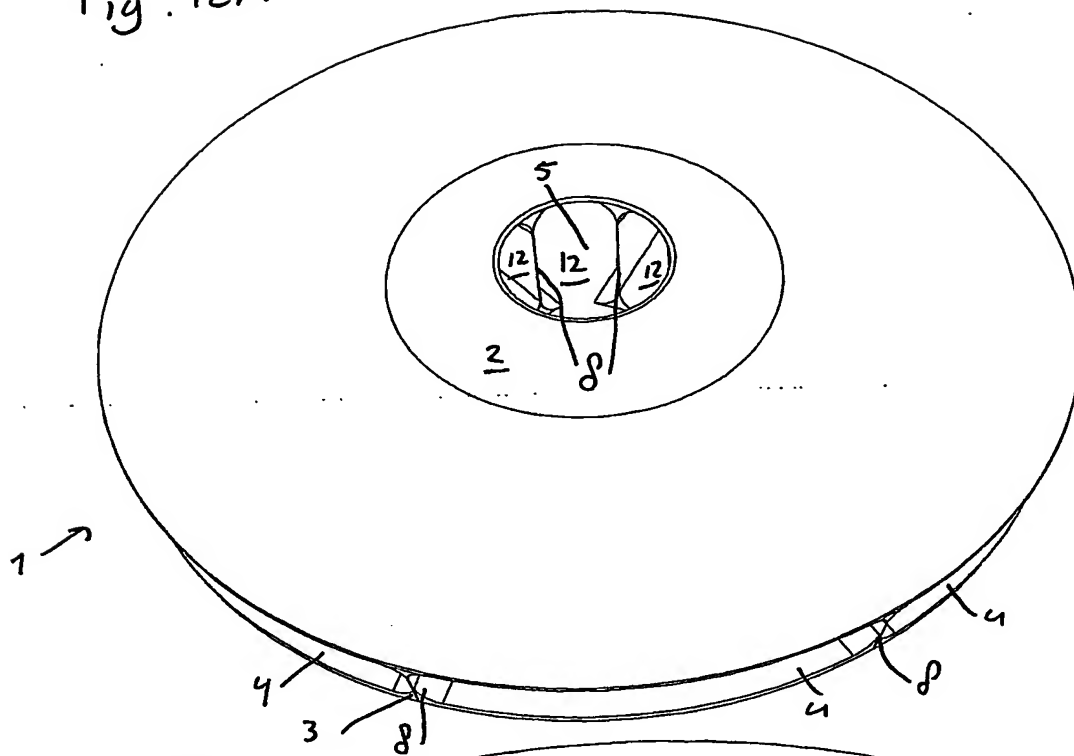


Fig. 12B

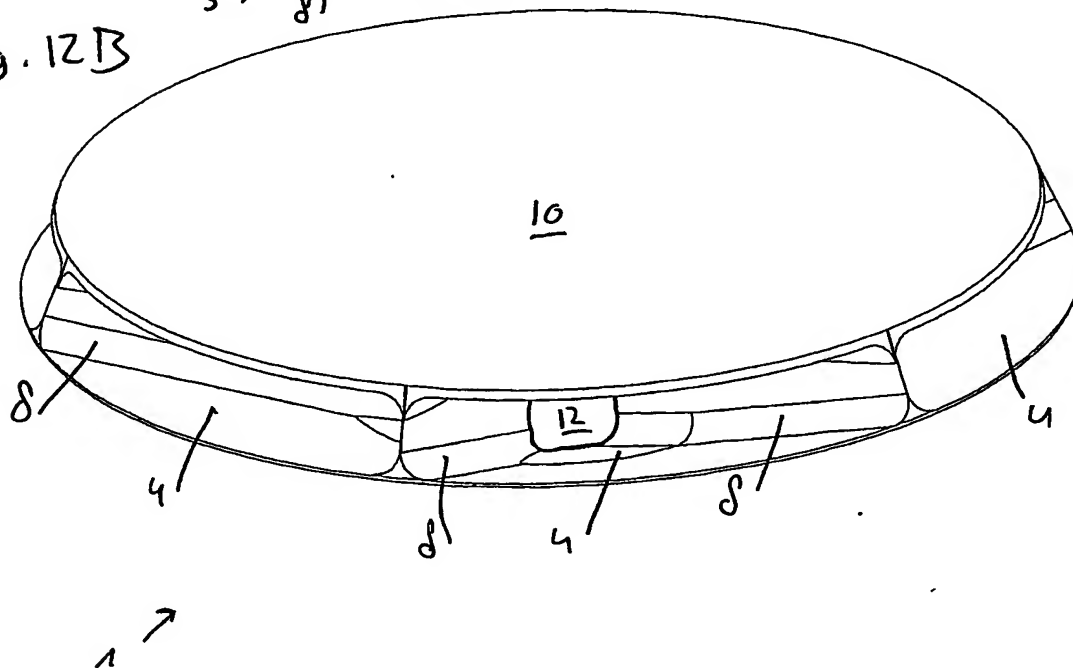




Fig. 13



Fig. 14



Fig. 16A

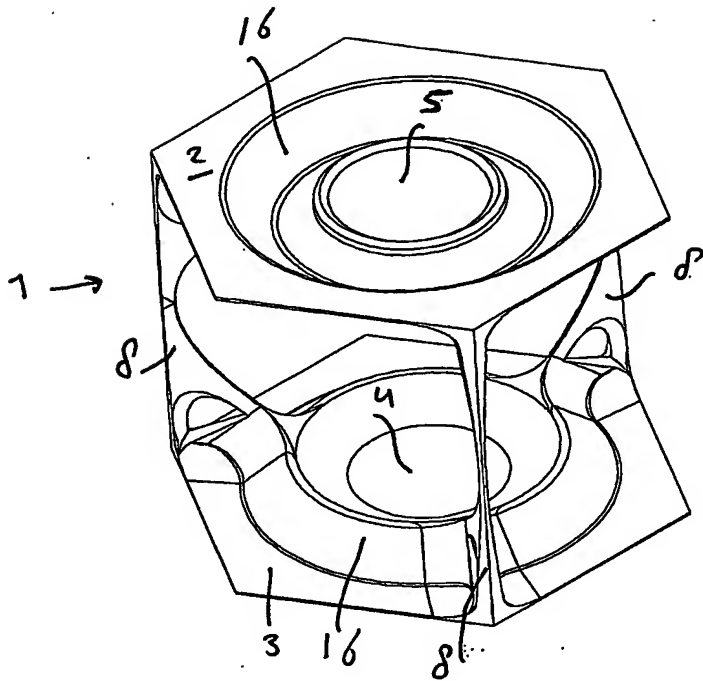


Fig. 16B

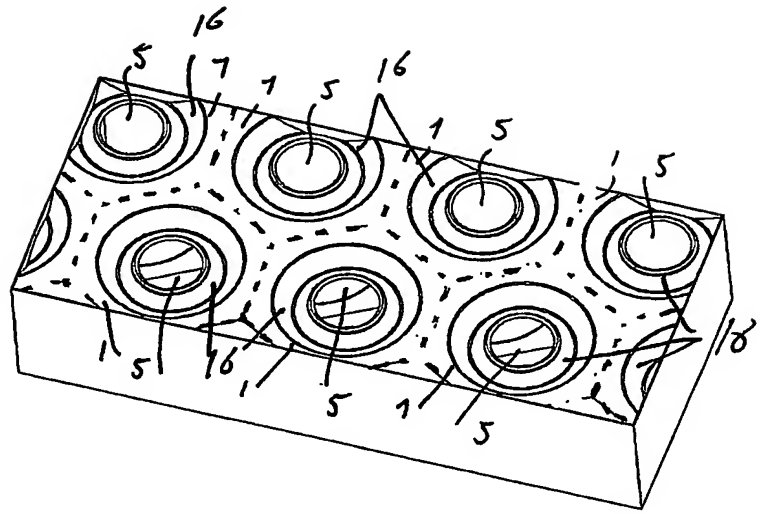
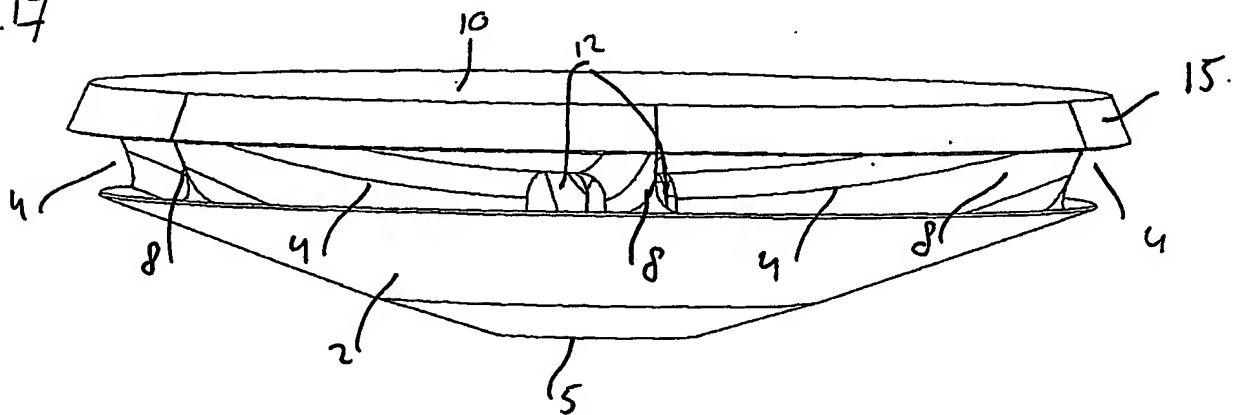


Fig. 17



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.